

O ENSINO DE SITUAÇÕES MULTIPLICATIVAS: constatações a partir dos atos de mediação docente

TEACHING SITUATIONS MULTIPLICATIVE: findings from the mediation acts of teachers

LA ENSEÑANZA DE SITUACIONES MULTIPLICATIVAS: resultados a partir de los actos de mediación docente

Eliziane Rocha Castro

Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).
Fortaleza/CE - Brasil.
elizianecastro@hotmail.com

Marcília Chagas Barreto

Professora Doutora no Programa de Pós-Graduação em Educação da
Universidade Estadual do Ceará (UECE).
Fortaleza/CE - Brasil.
marcilliabarreto@uece.br

Antonio Luiz de Oliveira Barreto

Professor Doutor da Universidade Estadual do Ceará (UECE).
Fortaleza/CE - Brasil.
alobarreto@yahoo.com.br

Francisco Jeovane do Nascimento

Mestre em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE).
Fortaleza/CE - Brasil.
jeonasc@hotmail.com

RESUMO: Inserida no campo da Educação Matemática, esta investigação tem como objetivo central analisar os atos de mediação docente no ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental, tendo como suporte referencial a Teoria dos Campos Conceituais. O constructo teórico prevê a estruturação dos conceitos de multiplicação e divisão em um único campo conceitual – o das Estruturas Multiplicativas. A pesquisa é de natureza qualitativa, ancorada no método do Estudo de Caso recaindo sobre os atos de mediação de uma docente do 5º ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública do município de São Luís, Maranhão. A pesquisa de campo foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2015. Os dados empíricos foram coletados por observação de três aulas previamente planejadas pela docente observada. Os achados dessa incursão investigativa apontam a carência do trabalho voltado para os aspectos conceituais das operações de multiplicação e divisão, bem como revelam a proeminência da simbolização em detrimento da conceitualização. As conclusões que se derivam dessa incursão investigativa entrelaçam aspectos inerentes à formação e à prática docente, na medida em que englobam o amplo repertório de *esquemas* concernentes à interação, comunicação, linguagem e afetividade, além do conjunto de competências técnicas e conhecimentos propagados nos espaços de formação que também modelam os atos de mediação docente no decurso da história individual e profissional dos professores.

PALAVRAS-CHAVE: Situações multiplicativas. Mediação docente. Teoria dos Campos Conceituais.

ABSTRACT: Inserted in the field of mathematics education, this research had as main objective to analyze the acts of teacher mediation in teaching multiplicative situations in the 5th year of elementary school, supported by the Theory of Conceptual Fields. The theoretical construct provides the structure of multiplication and division concepts into a single conceptual field - that of multiplicative structures. The research is qualitative in nature, anchored in the Case Study method falling on the acts of mediation of a teacher of the 5th year of elementary school in a public school in São Luís, Maranhão. The field research was conducted in the months of October and November 2015. The data were collected by observation of three classes previously planned by the teacher observed. The findings of this investigative foray point to the lack of focused work for the conceptual aspects of the multiplication and division operations, as well as reveal the prominence of symbolization at the expense of conceptualisation. The conclusions derived from this investigative foray intertwine aspects of training and teaching practice, in that it encompasses the broad repertoire concerning the interaction, communication, language and affection, beyond the range of technical skills and propagate knowledge in the areas of training also model the acts of teaching mediation during personal and professional history of teachers.

KEYWORDS: Situations multiplicative. Mediation acts of teachers. Theory of Conceptual Fields.

RESUMEN: Insertado en el campo de la educación matemática, esta investigación tiene como objetivo principal analizar los actos de mediación docente en la enseñanza de las situaciones multiplicativas en el 5º año de la escuela primaria, utilizando como soporte de referencia la teoría de los campos conceptuales. La construcción teórica proporciona la estructura de los conceptos de multiplicación y división en un solo campo conceptual – el de las estructuras multiplicativas. La investigación es de naturaleza cualitativa, anclada en el método de estudio de caso que recae sobre los actos de la mediación de una docente de 5º año de primaria en una escuela pública en São Luís, Maranhão. La investigación de campo fue realizada en los meses de octubre y noviembre de 2015. Los datos empíricos fueron recogidos mediante la observación de tres clases previamente programadas por la profesora observada. Las conclusiones de este punto de incursión señalan la carencia de trabajo dirigido a los aspectos conceptuales de las operaciones matemáticas de multiplicación y división, así como revelan la prominencia de la simbolización en detrimento de la conceptualización. Las conclusiones derivadas de esa investigación entrelazan aspectos de la formación y la enseñanza práctica, ya que abarca el amplio repertorio de *esquemas* relativos a la interacción, comunicación, lenguaje y afectividad, además del conjunto de competencias técnicas y conocimientos propagados en los espacios de formación que también modelan los actos de mediación docente en el decurso de la historia personal y profesional de los profesores.

PALABRAS CLAVE: Situaciones multiplicativas. Mediación docente. Teoría de los Campos Conceptuales.

1 | INTRODUÇÃO

Este estudo se ancora no aporte teórico produzido no contexto da Educação Matemática como área de investigação em Educação que reúne vários pesquisadores com um denominador comum: contribuir para a melhoria da qualidade tanto do ensino quanto da aprendizagem da disciplina Matemática. Este se coaduna com o interesse pessoal e acadêmico que impulsionou a presente investigação, que possui como referencial teórico a Teoria dos Campos Conceituais, de Gérard Vergnaud.

A referida teoria é proveniente da relação teórica entre a Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo e a Educação Matemática, sendo construída a partir da convergência e complementaridade das abordagens *vygotskiana* e *piagetiana*. De Vygotski, Vergnaud incorporou em sua teoria conceitos relacionados à interação social, à linguagem, à simbolização e à Zona de Desenvolvimento Proximal; já do aporte teórico edificado por Piaget, Vergnaud incorporou o conceito de *eskema*, que se configura como um legado, possuindo lugar de grande destaque no âmbito da Teoria dos Campos Conceituais (MOREIRA, 2002).

Utiliza-se aqui a grafia *eskema*¹ para a tradução do termo francês *schème*, com o qual Vergnaud se referiu à organização invariante da conduta de toda pessoa frente a uma determinada classe de situação. Trata-se de um termo nascido à luz da Psicologia Cognitiva e estruturado a partir de um modelo psicogenético que foi aprofundado por Vergnaud em sua teoria, o qual possui grande importância quando do trato do jogo didático (CARVALHO JÚNIOR; PARRAT-DAYAN, 2015; VERGNAUD, 2015).

Sabendo-se que os *eskemas* são o reservatório de recursos a que se recorre intelectualmente para a adaptação², é pertinente considerar que as fragilidades na construção e ampliação dos conceitos relacionados ao Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas no contexto do Ensino Fundamental podem impedir ou dificultar a aprendizagem nesse nível e nos níveis de ensino posteriores. De posse desse entendimento, voltou-se o olhar para o contexto do Ensino Fundamental, considerando-o como um nível de ensino de enorme transcendência para o desenvolvimento matemático, pois nesse nível de ensino são formados os conceitos básicos e os *eskemas* sobre os quais, posteriormente, repousará toda a aprendizagem na área.

Frente à apreciação das especificidades do Ensino Fundamental, em especial de sua organização em etapas distintas: anos iniciais e anos finais, considerou-se relevante pesquisar o contexto do 5º ano, por ser um momento emblemático no contexto do Ensino Fundamental, sobretudo no que se refere à apropriação dos conteúdos básicos e à maturidade dos alunos, que apresentam singularidades e subjetividades que influenciam a mediação docente. Assim, a sala de aula do 5º ano do Ensino Fundamental é um tempo e local no qual a não apropriação dos conceitos e relações existentes nas estruturas multiplicativas pode comprometer o potencial de aprendizagem e culminar na baixa proficiência dos estudantes na disciplina Matemática.

Sendo esse o cenário revelado pela Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (Anresc), também designada Prova Brasil, torna-se imperativo que sejam empreendidas novas pesquisas e estudos sobre a disciplina Matemática no 5º ano do Ensino Fundamental, a fim de contribuir para a

¹ O reconhecimento da grafia e aprofundamento de seu entorno de significação deu-se por meio da interação verbal na conferência intitulada “A Teoria dos Campos Conceituais e a Pesquisa em Educação Matemática”, proferida por Esther Pillar Grossi no I Colóquio Internacional sobre a Teoria dos Campos Conceituais na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, em dezembro de 2015. O termo também foi utilizado pela *Revista Geempa*, nº 11, em setembro de 2015, número em que foi publicada uma entrevista com Gérard Vergnaud.

² Sinônimo de inteligência (VERGNAUD, 2015).

melhor desenvoltura tanto dos alunos quanto dos docentes. Assim sendo, pelos reclames das avaliações externas que aferem o desempenho dos educandos, aponta-se a justificativa desta investigação em âmbito social, tendo por foco não a aprendizagem, mas o processo didático efetivado.

É no processo didático que ocorre a *mise-en-scène* – encenação, dramatização –, na qual o professor é o ator e o diretor do ensino e da aprendizagem (VERGNAUD, 2015). Nessa direção, buscou-se analisar os atos de mediação docente no ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental, sendo esse o objetivo central deste estudo, que foi projetado a partir do seguinte questionamento: como ocorre o ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental?

A busca às respostas de tal problema de pesquisa implicou um olhar analítico para os atos de mediação de uma professora da turma supracitada. A identidade da profissional foi preservada pelo pseudônimo Agnesi. A opção por utilizar um pseudônimo reforça o respeito à docente e contribui para que a investigação não lhe cause nenhum dano imaterial. Assim considerando, também se optou por não identificar a escola, sendo esta pertencente à rede pública do município de São Luís, Maranhão.

A presente pesquisa foi delimitada no Campo Multiplicativo. O referido campo conceitual é composto por várias classes de situações de diferentes níveis de dificuldade, podendo ser resolvidas pela multiplicação, divisão ou combinação delas (VERGNAUD, 2009). Perfilhando-se os princípios da Teoria dos Campos Conceituais, compreende-se que a multiplicação e a divisão exigem dos alunos conhecimento dos números e de sua simbolização de maneira mais complexa do que no caso da adição e subtração, pois as operações de multiplicação e divisão requerem a compreensão de novos significados dos números e uma nova coleção de invariantes relacionadas com as operações de multiplicação e divisão, e não com a adição e subtração.

Nesse sentido, considerou-se que um estudo como este, voltado para o tratamento das situações multiplicativas na sala de aula do 5º ano do Ensino Fundamental e que envolve a reflexão sobre os aspectos epistemológicos e didáticos que as revestem, tem sua importância exaltada pela possibilidade de mitigar a superficialidade do conhecimento sobre o desenvolvimento de conceitos matemáticos e contribuir para romper práticas que estão arraigadas no cotidiano escolar, as quais despedaçam o saber e geram ignorância e cegueira, ainda que produzam algum conhecimento (GASPARIN, 2005).

Junto a Vergnaud (1994), considera-se que o professor deve intervir como mediador do conhecimento, propondo situações nas quais os alunos tenham oportunidade de desenvolver novas formas de organização de suas atividades, ou seja, que possam desenvolver seus *eskemas* e ampliar o alcance deles. Essa tarefa envolve provocar, desconstruir e reconstruir os *eskemas*, por isso Vergnaud (2015) destaca que o ato de ensinar é de alguma forma uma provocação e, como tal, as explicações não são suficientes para que haja aprendizagem e desenvolvimento das competências, elas complementam a aprendizagem.

As questões que se desprendem dessa acepção desvelam a complexidade dos atos de mediação docente para menear os discentes nas trilhas multifacetadas de um Campo Conceitual. Dessa forma, na seção seguinte serão discutidos os elementos ressaltados por Vergnaud em sua teoria, no sentido de contribuir para a geração de uma prática pedagógica capaz de provocar as continuidades e rupturas necessárias à elaboração dos conceitos atinentes ao campo conceitual de estruturas multiplicativas.

2 | OS ATOS DE MEDIAÇÃO DOCENTE À LUZ DA TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

De acordo com as ideias teóricas *vergnaudianas*, o professor possui a função de ampliar o repertório de *eskemas* dos aprendizes, gerindo situações nas quais se materializam suas competências conceituais e didáticas, bem como se desenvolvem as competências dos alunos.

Sob a ótica de Vergnaud (2007), a compreensão de competência reclama um quadro teórico e metodológico através do qual seja possível descrever e analisar as formas de organização da atividade em diferentes ocasiões, o que remete à análise dos *eskemas*. Daí ser importante que os professores ofereçam situações matemáticas que possibilitem o desenvolvimento dos *eskemas* dos educandos, para que eles evoquem aqueles que já foram desenvolvidos e também para que novos *eskemas* sejam adicionados ao seu repertório. Por isso, os docentes devem gerir tanto a estabilização quanto a desestabilização das competências adquiridas pelos discentes. Ou seja, por seus atos de mediação, os educadores devem causar uma reviravolta na competência dos alunos, fazendo-os “aprender, desaprender e reaprender” (GASPARIN, 2005).

Uma forma didática de efetivar esse desiderato consiste em relacionar o que os estudantes já sabem com aquilo que precisam aprender, evocando, nesse sentido, a questão das filiações, do apoio nos conhecimentos e das competências anteriores, para que seja descoberto e compreendido um conceito ou um novo raciocínio.

Não obstante, vale ressaltar que tais conhecimentos e competências podem, por vezes, configurarem-se como entraves à aprendizagem, dessa forma também é conveniente que seja tomada certa distância em relação aos conhecimentos e competências anteriormente adquiridos. Significa dizer que é preciso promover rupturas, causando o desequilíbrio entre conhecimentos e competências.

Vergnaud (2013) destaca que o desequilíbrio contribui para a aprendizagem dos alunos, uma vez que, se eles não forem desestabilizados, não terão qualquer razão para aprender. Todavia, se essa desestabilização for muito forte, os educandos também não aprenderão. Assim, considerar a Zona de Desenvolvimento Proximal auxilia o professor a agir com mais cautela em relação a essa questão.

A Zona de Desenvolvimento Proximal é entendida como a distância entre o nível real do desenvolvimento e o nível de desenvolvimento potencial. O primeiro é determinado pela capacidade de resolução de um problema de modo independente pelo sujeito, enquanto o segundo é determinado por meio da resolução de um problema com o auxílio de um adulto ou parceiro mais capaz (VYGOTSKI, 2007).

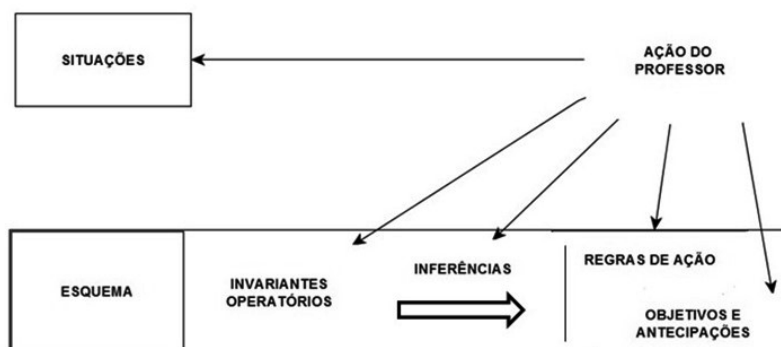
Para o processo didático, a compreensão de ambas as zonas de desenvolvimento beneficia os professores no que tange ao entendimento dos produtos finais do desenvolvimento – “ciclos de desenvolvimento já completados” (VYGOTSKI, 2007, p. 97) – como também no que tange às questões que faltam no processo de maturação.

Nesse sentido, Vergnaud (2013) destaca que a compreensão sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal auxilia o docente a promover tanto as filiações quanto as rupturas entre conhecimento e competências dos alunos. Ele pode planejar associações entre conteúdos, conhecimentos e conceitos que são próximos aos estudantes, fazendo com que transitem intelectualmente entre as classes de situação de modo cauteloso e direcionado. O professor também pode promover rupturas, desequilíbrio entre a situação em foco e as competências dos discentes. “Isso significa apresentar a eles uma situação na qual possam reconhecer um problema, mesmo que não sejam capazes de resolvê-los” (VERGNAUD, 2013, p. 16). Se assim procede, contribui para que os alunos conheçam suas limitações e, a partir delas, avancem.

Então, o educador tem como primeiro ato a escolha das situações de aprendizagem, nas quais

deve acionar a maior diversidade possível de componentes do *eskema*. Assim, além de prover uma ampla variedade de situações, o docente deve incentivar seus educandos a fazerem inferências e a selecionarem informações e representações. O diagrama adiante ilustra essa assertiva.

Figura 1 – Atos de mediação docente na perspectiva *vergnaudiana*



Fonte: Vergnaud (1994, p. 182, tradução nossa).

Pelo diagrama, Vergnaud (1994) afirma que o papel do professor é propor variadas e fecundas situações que possibilitem que os alunos desenvolvam novos *eskemas* em situações de resolução de problemas, haja vista que, no âmbito da Teoria dos Campos Conceituais, a resolução de problemas é fonte e critério de conhecimento, porque o conhecimento conceitual está imerso nas situações a dominar, ou seja, nos problemas a resolver (VERGNAUD, 1986).

A escolha das situações é um trabalho que demanda reflexão cuidadosa, pois em cada uma delas há vários conceitos envolvidos. Reconhecendo que a escolha das situações não é uma tarefa fácil, Vergnaud (2015) recomenda que, de início, seja eleita uma situação ou classe de situações, avançando para outras que lhes sejam próximas, pois, segundo o autor, “[...] o parentesco entre as classes de situações vai permitir parentescos entre *eskemas*” (VERGNAUD, 2015, p. 22).

O diagrama de atos de mediação docente, consoante Vergnaud (1994), também ilustra que educador deve orientar os aprendizes na escolha das operações, ações, informações e antecipações, fazendo emergir novos invariantes operatórios (conceitos em ação e teorema em ação), uma vez que novos *eskemas* são frutos de novos invariantes operatórios (MOREIRA, 2002). Nesse processo, a linguagem é muito importante, pois, por meio dela, os professores explicam, questionam, selecionam informações, propõem objetivos e metas, estabelecem regras e expectativas e planejam.

Em síntese, os atos de mediação docente, sob a ótica da Teoria dos Campos Conceituais, englobam três pontos que devem ser considerados no planejamento da atividade de classe, são eles: (1) a escolha de situações frutíferas, (2) a identificação de dificuldades dos alunos e (3) a oferta de desafios. Isso envolve a eleição das tarefas e a análise epistêmica das mesmas. Então, de início, o docente deve oferecer aos educandos a oportunidade de exercitarem os *eskemas* que possuem. Para tanto, deve escolher as situações propícias. Posteriormente, deve controlar as situações ofertadas através de coleta de informações sobre a atividade. Isso implica em detectar as possíveis dificuldades dos estudantes no confronto das situações para agir sobre elas e, assim, oferecer aos aprendizes desafios a partir dos quais possam desenvolver novos *eskemas* (VERGNAUD, 2013).

3 | A PESQUISA DE CAMPO: PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

A pesquisa de campo baseou-se no estudo de caso, entendido como uma investigação particularista que pode incidir “[...] numa entidade bem definida como um programa, uma instituição, um curso, uma disciplina, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social” (PONTE, 2006, p. 2). O estudo de caso foi realizado no contexto de uma escola da rede pública do município de São Luís, Maranhão, tendo como sujeito uma professora de uma turma do 5º ano do Ensino Fundamental.

O critério de definição da amostragem foi qualitativo, pois se levou em consideração a possibilidade de incursão e aprofundamento do problema de pesquisa do qual adveio o interesse na *mise-en-scène* didática na qual a professora se apoiou para ensinar as situações-problema de Isomorfismo de Medidas no 5º ano do Ensino Fundamental. O *corpus* da presente investigação foi constituído através da observação participante do tipo aberta (VIANNA, 2003), pois a professora estava ciente das observações.

Entendendo-se a observação participante como um processo no qual gradativamente o investigador vai se tornando um participante mais ativo e paulatinamente a observação fica mais centrada nos aspectos essenciais para responder às questões de pesquisa, foram adotadas as seguintes estratégias: negociação, adaptação e observação centrada (VIANNA, 2003).

Dessa forma, inicialmente, em outubro de 2015, foi realizada a aproximação dos investigadores com o contexto e com a professora Agnesi, sujeito da pesquisa. Na negociação da entrada no campo de investigação, foram fornecidas à educadora informações cruciais sobre o desenrolar ulterior da pesquisa para, assim, conquistá-la, dirimindo-se suas dúvidas e desconfianças sobre o processo investigativo.

Com vistas a diminuir a influência do chamado Efeito *Hawthorne* (GRESSLER, 2007), que consiste na mudança de comportamento dos sujeitos observados por saberem que estão em situação de estudo, os quais passam a se portar de maneira distinta daquela que habitualmente costumam apresentar, foi feita uma adaptação ao local próprio para coleta de dados: a sala de aula do 5º ano do Ensino Fundamental, de modo a acostumar os alunos e à professora com a presença dos investigadores no ambiente de sala de aula.

Para estreitar a relação entre a observação participante e o problema de pesquisa, foi solicitado à professora Agnesi que realizasse um planejamento para três aulas referentes ao ensino de situações multiplicativas. As aulas planejadas foram ministradas e observadas em três terças-feiras consecutivas, sendo duas no mês de outubro e uma no mês de novembro de 2015.

Para a observação das aulas, construiu-se um roteiro de observação com base nos princípios da Teoria dos Campos Conceituais. A construção do referido roteiro foi realizada com apoio da noção teórica de homomorfismo³ (VERGNAUD, 2009), o qual possibilita a descrição das relações entre as representações simbólicas e a conceitualização. Portanto, as observações das aulas estão fincadas no terreno da representação da realidade, tanto no plano dos significantes (representações simbólicas) quanto no plano dos significados (invariantes, regras de ação, inferências). Nesse sentido, dois eixos foram observados: as competências conceituais e as competências didáticas da docente.

No eixo das competências conceituais, foram observados os saberes envolvidos na promoção da conceitualização do conhecimento matemático durante as aulas, bem como as representações simbólicas e verbais (escritas e orais) utilizadas pela professora no tratamento das situações multiplicativas.

³ [...] Aplicação de um conjunto em um outro que respeita certas estruturas relacionais do conjunto de partida e do conjunto de chegada. Homomorfismo significa ‘mesma forma’ ou ‘mesma estrutura’ (VERGNAUD, 2009, p. 297).

Nessa linha de interpretação, a competência didática da docente foi observada a partir de seus atos de mediação no que tangiam ao percurso de abordagem das situações-problema, o estilo de medição (se provocativo ou explicativo), a forma como a profissional orientava os estudantes na identificação das relações existentes nas situações multiplicativas, bem como se a mesma auxiliava seus educandos no raciocínio para a resolução das situações-problema.

Ainda no terreno das competências didáticas, buscou-se verificar se a professora incentivava os alunos a desenvolverem suas representações e a fazerem inferências ao longo do processo de resolução, bem como buscou-se constatar se a educadora recorria à interação verbal para debater sobre os procedimentos e representações utilizados para a resolução das situações multiplicativas propostas nas aulas. Esses foram os principais veios de reflexão e análise sobre o ensino das situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental, cujos resultados serão apresentados a seguir.

4| O ENSINO DE SITUAÇÕES MULTIPLICATIVAS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: observações e constatações

As aulas de Agnesi foram trabalhadas num ritmo compassado, com suficiente fluência e nos limites do horário destinado para as aulas da disciplina Matemática: 50 minutos. Nesse viés, verificou-se que Agnesi administrou o tempo pedagógico, uniformizando seu próprio ritmo e o ritmo dos alunos na realização das atividades com os “[...] ritmos e padrões regidos pelo tempo dos relógios” (COSTA; CUNHA, 2008, p. 3).

Para a primeira aula, a professora selecionou sete situações-problema, que foram escritas no quadro. Os enunciados das situações-problema estavam relacionados com anúncios de mercadorias variadas, os quais foram distribuídos entre os discentes. Por isso, a estrutura matemática de algumas situações-problema parecia estar incompleta, como é possível observar pelo seguinte enunciado: “Joana foi ao supermercado e comprou dez pacotes de biscoito recheado. Qual o valor da compra de Joana?”.

A ausência do valor do pacote de biscoito recheado, que é uma informação importante para que o questionamento seja respondido, não significa que faltam dados no enunciado, pois essa informação estava nos folhetos que a professora distribuiu. Dessa forma, os folhetos com anúncio de variados produtos fazem parte da estrutura matemática dessa situação-problema, os quais forçaram um percurso de resolução que se iniciou pela leitura do enunciado, consulta aos folhetos e aplicação das técnicas operatórias.

Em verdade, o que se percebeu foi a intenção da educadora em vincular a aprendizagem com a vida cotidiana dos aprendizes, aumentando a complexidade de algumas das situações-problema com a omissão das informações necessárias para alcançar sua solução. Dessa forma, as informações pertinentes à solução das situações-problema estavam “[...] submersas entre outras em um texto, [...] apresentadas de tal forma que a criança [aluno] reconhece implicitamente que ela tem diante de si as informações necessárias e suficientes para a solução” (VERGNAUD, 2009, p. 213).

Para trabalhar com as situações-problema nessa primeira aula, a docente organizou os estudantes em quatro grupos e entregou-lhes anúncios de mercadorias variadas, solicitando-lhes que, em grupo, discutissem e encontrassem a solução para o conjunto das sete situações-problema que haviam sido copiadas no quadro. A profissional aguardou que os alunos copiassem e respondessem às atividades no caderno, em seguida pediu que um membro de cada equipe fosse ao quadro para mostrar aos demais os resultados encontrados e as estratégias utilizadas.

O cenário da sala de aula passou então a ser composto por quatro alunos à lousa, os quais tinham a missão de responder individualmente uma das situações-problema propostas, enquanto os demais acompanhavam em suas carteiras. A resolução de cada situação-problema foi realizada pelo grupo de educandos na ordem em que foram registradas pela professora no início da aula.

Nesse cenário, a docente interagiu verbalmente com os estudantes, questionando sobre as estratégias e respostas apresentadas e solicitando atenção e organização dos alunos que estavam nas carteiras. Constantemente motivava os aprendizes, proferindo palavras de incentivo e estimulando a participação de todos. A seguir, apresenta-se um exemplo ilustrativo das interações verbais entre a educadora e seus discentes. Trata-se de um diálogo estabelecido quando da resolução da situação-problema que apresentava o seguinte enunciado: *“A mãe de Laura comprou um jogo de painéis esmaltados. Quanto custou um painel desse jogo?”*.

No caso da situação-problema posta em foco, observou-se que todos os valores numéricos envolvidos estavam contidos no anúncio. O valor do jogo composto por três painéis esmaltados era R\$ 29,99. A educanda incumbida de resolver a situação-problema posicionou-se em frente ao quadro e rapidamente escreveu o valor do conjunto de painéis. Ante a solução incorreta, os demais reagiram ao som de: *“Tá [sic] errado, pequena”*. A discente sorriu acanhadamente, apagou os números que tinha colocado no quadro (29,99) e ficou olhando para seu grupo, como que a aguardar que seus colegas lhe dissessem a resposta correta.

Nesse intervalo, a professora endereçava a atenção aos demais discentes que estavam ao quadro. Ao auxiliar a aluna encarregada de apresentar a solução da situação-problema em foco, a primeira atitude da educadora foi solicitar que a estudante fizesse a leitura do enunciado juntamente com a leitura do folheto, além de lhe pedir que prestasse atenção no preço. A resposta da educanda foi:

Aluna: Tem que fazer a conta.

Agnesi: Qual conta?

Aluna: Não sei.

Agnesi: Pensa bem. Quanto é o conjunto de painéis?

Aluna: R\$ 29,99.

Agnesi: E quantos painéis têm nesse conjunto?

Aluna: Três.

Agnesi: E o que a gente deve fazer?

A aluna raciocinou em silêncio e, em seguida, passou a responder às perguntas da professora com outros questionamentos, demonstrando não estar segura das respostas dadas.

Pelo diálogo exposto, é possível perceber que as perguntas da docente não instalavam inquietação e reflexão na educanda, pois eram facilmente respondidas a partir da consulta ao folheto, que trazia dicas para a estudante saber qual a operação necessária para a resolução. Assim, tais questionamentos visavam à solução da situação-problema, e não à descoberta das relações envolvidas no enunciado, de modo que a educadora, ao tratar a referida situação-problema, favoreceu mais o cálculo numérico do que o cálculo relacional.

Em favor do cálculo relacional, estão questionamentos que conduzem à interpretação do enunciado, tais como perguntas sobre o enredo do enunciado, sobre a indagação nele contida, sobre o fato de se as informações do enunciado são suficientes para o alcance da resposta e sobre a questão de que informações são relevantes para a obtenção da resposta. Porém, as intervenções da professora Agnesi não contribuíram para que a aprendiz desenvolvesse a capacidade de interpretação, que envolve leitura, análise e compreensão necessárias para a resolução da situação-problema (SILVA; CASTRO FILHO, 2004), sendo esta a maior dificuldade da aluna e possivelmente daqueles discentes que estavam junto a ela no grupo, pois foi tentada a resolução das situações-problema pelo grupo antes da chamada ao quadro.

Os questionamentos da professora envolviam a identificação dos dados numéricos do enunciado e as etapas da resolução, sendo que as respostas se apresentaram como uma sequência de passos visando ao cálculo numérico: identificação dos números envolvidos (29,99 e 3); sugestão da operação a realizar ($29,99 : 3 = ?$); sugestão da inversão da operação ($? \times 3 = 29,99$). Ou seja, a educadora encaminhou a intervenção rumo à destreza do cálculo, desprezando o contexto da situação-problema, de modo que a discente alcançasse a solução rápida e corretamente. Com isso, foi relegada a estruturação do pensamento junto a inferências e predições, ferramentas analíticas que justificam, analisam, argumentam e confirmam raciocínio quantitativo e qualitativo e que são importantes para o desenvolvimento de novos *esquemas*.

Depois que a educanda identificou a operação evocada pela situação-problema, ela armou a conta na lousa e separou com um apóstrofo (') o número 29, revelando com essa ação compreender uma das relações essenciais da divisão de dois números naturais: o dividendo deve ser maior que o divisor. Em seguida, a aluna tentou resolver pelo cálculo mental e contagem dos dedos.

Observando que a estudante não estava conseguindo realizar o cálculo, Agnesi questionou: *“Você vai dividir 29 por 3. Quanto dá essa conta?”*. Com o silêncio da discente, a educadora lançou outro questionamento: *“Qual é a operação inversa da divisão?”*. E depois da resposta da aluna: *“Então, para você dividir 29 por 3, você pode fazer a tabuada da multiplicação por 3 aqui do lado até achar o número próximo de 29 ou 29”*. Conforme Vergnaud (2009, p. 188), “[...] cálculos acessórios para buscar o algarismo que convém ao quociente [...] é [são] uma ajuda poderosa”. Portanto, a intervenção da professora nesse aspecto foi pertinente e salutar, mas apenas considerando o cálculo numérico.

A aluna aceitou o conselho da docente e pôs-se a calcular todos os fatos básicos da multiplicação por três. Nesse passo, a estudante ia acrescentando três ao número do resultado anterior. Essa ação era visível, já que a aprendiz usava os dedos para contar. Em seguida, realizou a divisão pelo método longo, mostrando desconhecimento de que a divisão é a única operação que se inicia pela esquerda, pois algumas vezes a estudante consultava a tabuada que ela havia construído à margem do algoritmo da divisão, relacionava o dividendo com os produtos da multiplicação e, ao encontrar os valores próximos, efetuava a subtração do dividendo para depois colocar o algarismo do quociente; em outras vezes, ela iniciava pelo algarismo relativo ao quociente.

Diante dessa dinâmica, a professora ficou em silêncio, deixando para explicar à turma o algoritmo da divisão quando a educanda já havia obtido a solução da situação-problema, momento no qual Agnesi, apoiando-se no cálculo que a aluna havia feito no quadro, apresentou os termos da referida operação e aplicou a operação de multiplicação para provar que o cálculo estava correto. A docente fez o mesmo em todas as situações-problema respondidas pelos outros aprendizes, de modo que também apresentou os termos da multiplicação a partir das situações-problema nas quais essa operação era requerida.

A observação dessa aula revela que as intervenções da educadora não possibilitaram o entendimento conceitual e pouco contribuíram para o entendimento procedimental do algoritmo convencional, visto que a professora manteve o silêncio enquanto a aluna lidava com o algoritmo sem relacionar os números e sem refletir sobre os mesmos. Também revela que, no tratamento da situação-problema em foco, os “conceitos em ação” (categorias de entendimento) e “teoremas em ação” (escolha da sequência de operações) estão estritamente relacionados com as operações de adição e de subtração, e não com as de multiplicação e divisão.

Na segunda aula observada, a primeira ação da professora foi dividir o quadro em três partes, para propor concomitantemente três situações-problema. A profissional aguardou que todos os discentes fizessem a cópia das questões no caderno e solicitou que três deles, um por vez, fossem ao quadro para respondê-las.

A cada situação-problema resolvida, Agnesi lançava questionamentos como: “*Quem conseguiu resolver esse problema? [...] De que outra forma poderíamos resolver? Quem quer vir mostrar como fez?*” (AGNESI, aula nº 2). Assim que um aluno acusava ter utilizado uma estratégia diferente daquela que estava no quadro, a docente convidava-o para apresentar seu procedimento aos demais.

Assim, Agnesi encorajou seus estudantes a apresentar diferentes procedimentos de resolução para uma mesma situação-problema. Nesse viés, Vergnaud (2015, p. 17) destaca que “[...] é indispensável encorajar os alunos a resolver do seu jeito as situações-problema propostas, mostrando-lhes a equivalência em vez de lhes dizer que suas ideias não coincidem com o que está certo”.

Ao mostrar como resolveram as situações-problema, os educandos traziam à baila a sinergia das operações de pensamento fundadas em princípios básicos da invariância. Esses foram revelados pelas representações simbólicas utilizadas naquele momento: os algoritmos da multiplicação e da divisão, cálculos mentais, representações pictóricas e grafos relacionais que envolviam subtrações sucessivas, adições reiteradas e contagem.

Frente a essas diferentes representações simbólicas, a professora Agnesi fez o refinamento, para tornar explícito o raciocínio empregado nos procedimentos de resolução. Dessa forma, a profissional utilizou a interação verbal para debater sobre os procedimentos e representações utilizados pelos estudantes na resolução das situações-problema, encorajando-os a participar das aulas, instigando a criatividade dos alunos e, ao mesmo tempo, a partilha dessa criatividade.

A cada educando que se retirava do quadro, depois de apresentar seu procedimento, a professora lança o seguinte questionamento à turma: “*Vocês entenderam como ele fez?*” (AGNESI, aula nº 2), explicando, então, alguns dos procedimentos, como no caso de um dos aprendizes que haviam ido ao quadro resolver a seguinte situação-problema: “*Marina comprou 5 cartelas com uma dúzia de ovos em cada cartela. Quantos ovos Marina comprou?*”. O discente fez “ $5 \times 12 = 5 \times 2 \times 6 = 10 \times 6 = 60$ ”.

Acredita-se que a base conceitual subjacente, isto é, o “teorema em ação”⁴ usado pelo aluno, seja a percepção (ainda que de modo implícito) de que a relação de igualdade entre os fatores e o produto dessa multiplicação é invariante sob a transformação do número 12 para 2×6 . Todavia, esse relacionamento não foi explorado pela professora, haja vista que, ao explicar para a turma a estratégia utilizada pelo discente, Agnesi focou apenas a definição de dúzia: “[...] *uma dúzia equivale a 12 unidades, que é o mesmo que 2×6 ou $6 + 6$, aí [...] multiplicou por cinco, que é a quantidade de cartelas [...]*” (AGNESI, aula nº 2). Acredita-se que essa explicação superficial não tenha contribuído para tornar o conceito da propriedade associativa na multiplicação disponível para situações-problema que envolvam outros valores numéricos diferentes de 12, pois a explicação restringiu-se apenas ao trato com a dúzia.

A professora não incentivou o registro dessas representações simbólicas no caderno, apenas no quadro, o que é uma perda, pois os registros poderiam servir de consulta e apoio para a resolução de outras situações-problema. Para arrematar o trabalho com as situações-problema dispostas na lousa, Agnesi focou apenas o algoritmo convencional da multiplicação e da divisão, explicando para a turma as regras algorítmicas e aplicando a operação inversa.

Na sequência da aula, a docente copiou no quadro três situações-problema com estrutura matemática semelhante às anteriores para os alunos resolverem individualmente. A professora ficou circulando pela sala, observando como cada aprendiz estava resolvendo as situações e auxi-

⁴ Trata-se de uma proposição, que pode ser verdadeira ou falsa, que capacita o sujeito para raciocinar a respeito do problema (MOREIRA, 2002).

liando aqueles que demonstravam dificuldades. A aula encerrou após a correção das situações-problema da maioria dos estudantes.

No início da terceira aula, a educadora entregou aos educandos, em folha xerocopiada, quatro situações-problema envolvendo as quatro operações e solicitou que identificassem, em voz alta, após a leitura do enunciado feita por ela, qual a operação deveria ser empregada para resolver cada situação. Após essa leitura, a professora pediu que os discentes resolvessem somente uma das situações, aquela que envolvia uma divisão não exata.

Esse procedimento não incorpora as condições estabelecidas para a conceitualização das relações multiplicativas, uma vez que a professora desprezou a ação cognitiva dos alunos na elaboração do cálculo relacional, necessário para a solução das situações-problema propostas, e priorizou a identificação das operações evocadas pelos enunciados, assim como conferiu lugar de destaque à técnica operatória da divisão não exata.

Seguindo com a aula, Agnesi aguardou alguns alunos tentarem resolver a situação-problema com o seguinte enunciado: *“Em cada saquinho de bombons, cabem 4 bombons. Se Ana tem 173 bombons, quantos saquinhos ela vai precisar para guardar esses bombons?”*. E iniciou com questionamentos como: *“É possível efetuar tal divisão? O que conseguiram observar nesse problema? Qual a quantidade que será dividida?”* (AGNESI, aula nº 3).

Essa terceira aula foi totalmente centrada no algoritmo da divisão não exata e suas regras operatórias. No primeiro momento, não houve espaço para os estudantes interagirem com a educadora, que estava voltada para a explicação do algoritmo. A docente explicou o passo a passo da resolução pelo algoritmo convencional, cabendo aos educandos acompanharem todo o desenvolvimento da técnica operatória. Dessa forma, nessa terceira aula, os atos de mediação de Agnesi distanciaram-se das ideias teóricas de Vergnaud, estando em consonância com o ensino tradicionalista, no qual há a apresentação da operação aritmética e do algoritmo a ela relativo por meio de explicações com notável intenção de cimentar o conhecimento dos aprendizes. No caso em questão, os alunos observaram os movimentos da professora, escutaram atentamente as explicações dela e, por fim, copiaram os cálculos em seus cadernos.

Após explicar as regras operatórias, a profissional dispôs os educandos em duplas para resolverem quatro situações-problema com divisão não exata, as quais haviam sido copiadas no quadro. As duplas foram formadas pela professora, que, após a organização dos estudantes, estipulou o tempo para que respondessem às questões. Nesse período, foram realizados questionamentos: *“O que vocês entenderam ao ler o problema? Já sabem qual operação vão usar? Qual o número que vocês estão procurando? Têm certeza que essa divisão está correta? Não seria melhor fazer o cálculo novamente?”* (AGNESI, aula nº 3).

Em conversa com a docente, ela destacou que:

[...] essa aula foi para desafiar os alunos. Eu já imaginei que uns iam conseguir, outros não iam. Os mais avançados eu já esperava que resolvessem, mas meu foco é também aqueles que ainda não sabem, então, por isso, eu organizei as duplas com aqueles que sabem mais e que sabem menos. [...] esse momento do trabalho em dupla foi o mais significativo que eu achei. (AGNESI, aula nº 3).

No caso observado, Agnesi organizou as duplas visando à exploração das variações dos níveis de aprendizagem de cada discente. Dessa forma, o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal teve implicações diretas na dinâmica da aula, pois os aprendizes que apresentavam dificuldade na resolução das situações-problema contaram com a ajuda dos colegas. É dizer, aquilo que o aluno não conseguia realizar sozinho foi feito com a ajuda dos outros: colegas e professora.

Pela observação do conjunto de aulas ministradas por Agnesi e com base em Vergnaud (2015), caracterizam-se as aulas dessa professora como provocativas, nas quais a profissional buscou

favorecer situações-problema compatíveis com o nível de desenvolvimento cognitivo de seus alunos, ao passo que também os desafiava cognitivamente a partir da interação verbal, pelas quais gerava as provocações, conduzindo seus educandos na descoberta de novas relações e novos conceitos. Nesse sentido, Agnesi utilizou a arte de questionar como meio para aumentar e melhorar a participação dos seus discentes.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que esta pesquisa aponta parâmetros nos quais os professores podem se apoiar para alargarem a significação de um conceito, pondo à prova as competências e as concepções dos seus aprendizes no contexto matemático das situações-problema. Com efeito, as recomendações presentes na proposta teórica dos Campos Conceituais junto aos resultados desta pesquisa vão no sentido da necessidade de que variadas formas de representação – símbolos, desenhos, tabelas, diagramas – sejam trabalhadas no 5º ano do Ensino Fundamental, pois essas representações são importantes para a construção conceitual das operações e, quando trabalhadas em paralelo aos algoritmos convencionais, ampliam as possibilidades da construção do Campo Conceitual.

A observação dos atos de mediação da professora Agnesi possibilitou contemplar respostas à indagação levantada para o encaminhamento desta pesquisa, a saber: como ocorre o ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental? Tais respostas adicionam novas reflexões sobre a formação de professores que ensinam Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Isto porque as conclusões que derivam desta incursão investigativa entrelaçam aspectos inerentes à formação e à prática docente, na medida em que englobam o amplo repertório de *eskemas* concernentes à interação, comunicação, linguagem e afetividade, além do conjunto de competências técnicas e conhecimentos propagados nos espaços de formação que também modelam os atos de mediação docente no decurso da história individual e profissional dos professores.

Sendo assim, as constatações sobre o ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental contribuem e servem de base para que futuros professores e aqueles já atuantes pensem de forma mais sistemática sobre os limites e possibilidades de seus atos de mediação docente e sobre a evolução conceitual dos seus alunos.

A partir da observação dos atos de mediação docente, no que tangem às operações de multiplicação e divisão, foi constatado que o ensino dessas operações não está inclinado para o entendimento conceitual dessas operações aritméticas. Não é demasiado insistir que isso pode gerar muitas fragilidades por parte dos educandos, inclusive na aquisição de conceitos matemáticos ligados ao uso do sistema de numeração como um todo – símbolos, regras, relações e propriedades –, culminando em dificuldades situadas no plano das relações entre conceitualização e representação.

Ante a descrição e análise dos atos de mediação no ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental, foi possível verificar que as aulas da professora foram aulas provocativas. Verificou-se que tais aulas serviram aos propósitos da conceitualização, na medida em que proporcionaram a interação entre os alunos, seus colegas e a professora, colocando em marcha os *eskemas* de interação verbal dos sujeitos em situação.

Daí decorrem algumas indicações dos resultados desta pesquisa para a Educação Matemática: a necessidade de que a formação dos professores os instrumentalize para a proposição de aulas mais provocativas, haja vista que a situação de aprendizagem é tanto mais fecunda quando os educandos são mais ativos. Porém, tais provocações devem servir à desestabilização e à estabilização dos *eskemas*, de modo que os professores provoquem a evolução dos conhecimentos

dos estudantes. Portanto, não se trata de o docente lançar questionamentos como meio de obter a rápida solução da situação-problema, mas sim de incitar explicações por parte dos discentes acerca dos procedimentos empregados, de instigá-los a refletir sobre a situação-problema e de lançar questionamentos que auxiliem na análise dos procedimentos e das relações pertinentes à situação-problema focalizada. Desse modo, infere-se que é preciso que os educandos sejam provocados para que descubram novas relações e novos conceitos.

A descrição da *mise-en-scène* didática na qual a professora pôs em cena o ensino de situações multiplicativas no 5º ano do Ensino Fundamental revelou sutilezas que podem ser discutidas, analisadas e refletidas em outras pesquisas e nos cursos de formação de professores, suscitando, desse modo, possibilidades de transformações nos atos de mediação docente.

Pelas considerações anteriormente expostas, é razoável crer que os achados desta pesquisa apontam considerações e constatações epistemológicas e pragmáticas que podem ajudar a reverter os baixos índices de proficiência dos alunos em resolução de problemas. Nesse caminho, os resultados obtidos nesta pesquisa inspiram pautas de estudo, reflexões e pesquisas sobre os atos de mediação docente voltados para o desenvolvimento da conceitualização do real a partir da Teoria dos Campos Conceituais.

À guisa de conclusão, destaca-se que, em face das vicissitudes dos esforços para qualificar o ensino público, as considerações aqui pontuadas são pequenos passos para fazer evoluir a Educação Matemática nos anos iniciais do Ensino Fundamental e a formação de seus professores.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO JÚNIOR, G. D. de; PARRAT-DAYAN, S. Recortes históricos sobre a noção de schème em Piaget: o processo de desenvolvimento de um conceito. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, DF, v. 96, n. 244, p. 522-540, 2015.
- COSTA, D. de S.; CUNHA, D. M. Gestão do tempo na atividade real de trabalho: articulações de lógicas e imposições de ritmos. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA - SENEPT, 1., 2008, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Senept, 2008. p. 1-8.
- GASPARIN, J. L. *Aprender, desaprender, reaprender*. 2005. Texto digitalizado.
- GRESSLER, L. A. Validade das investigações e fonte de erros. In: _____. *Introdução à pesquisa: projetos e relatórios*. 3. ed. São Paulo: Loyola, 2007. p. 65-72.
- MOREIRA, M. A. A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud, o ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, 2002.
- PONTE, J. P. O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Bolema*, Rio Claro, n. 25, p. 105-132, 2006.
- SILVA, F. L. Q. da; CASTRO FILHO, J. A. de. Resolução de problemas como metodologia para aprender matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 8., 2004, Recife. *Anais...* Recife: UFPE, 2004. p. 1-15.
- VERGNAUD, G. *A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino da Matemática na escola elementar*. Curitiba: UFPR, 2009.
- _____. Conceptual development and learning. *Revista Curriculum*, Tenerife, v. 26, p. 39-59, 2013.
- _____. ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar el aprendizaje significativo? *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 285-302, 2007.
- _____. Entrevista. *Revista Geempa*, n. 11, p. 15-23, set. 2015. Entrevista concedida à Candy Marques Laurençon.
- _____. Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. In: ARTIGUE, M. et al. (Org.). *Vingt ans de didactique des mathématiques en France*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1994. p. 177-191.
- _____. Psicologia do desenvolvimento cognitivo e didática das matemáticas, um exemplo: as estruturas aditivas. *Análise Psicológica*, v. 1, p. 75-90, 1986.
- VIANNA, H. M. *Pesquisa em educação: a observação*. Brasília, DF: Plano, 2003.
- VYGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.